

**This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

**Defective images within this document are accurate representation of
The original documents submitted by the applicant.**

Defects in the images may include (but are not limited to):

- **BLACK BORDERS**
- **TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- **FADED TEXT**
- **ILLEGIBLE TEXT**
- **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- **COLORED PHOTOS**
- **BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS**
- **GRAY SCALE DOCUMENTS**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-007323

(43)Date of publication of application : 12.01.1996

(51)Int.Cl.

G11B 7/135

(21)Application number : 06-135368

(71)Applicant : HITACHI LTD

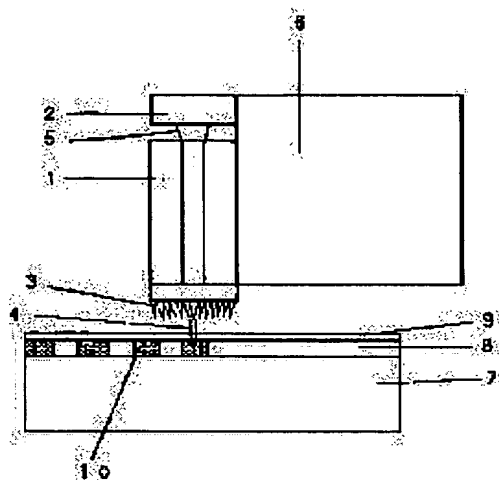
(22)Date of filing : 17.06.1994

(72)Inventor : ITOU AKITOMO
SHINTANI TOSHIMICHI

(54) OPTICAL HEAD AND OPTICAL INFORMATION RECORDING/ REPRODUCING APPARATUS

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a compact optical information recording/reproducing apparatus of a superhigh density.

CONSTITUTION: A semiconductor laser 1, a photodetector 2 and a probe 3 for generating an evanescent light are mounted on a floating slider 6. Data is recorded to a medium 8 by an evanescent light 4 generated by the probe. In order to reproduce data, a current value of the semiconductor laser is biased by a threshold value, thereby improving an S/N. As a result of this, a compact and simple optical information recording/reproducing apparatus of a recording density from 10 to 100Gbit/cm² is obtained.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

04.07.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-7323

(43) 公開日 平成8年(1996)1月12日

(51) Int.Cl.⁹

G 1 1 B 7/135

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

Z 7247-5D

審査請求 未請求 請求項の数22 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号

特願平6-135368

(22) 出願日

平成6年(1994)6月17日

(71) 出願人

000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者

伊藤 顕知

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者

新谷 俊通

埼玉県比企郡鳩山町赤沼2520番地 株式会

社日立製作所基礎研究所内

(74) 代理人

弁理士 小川 勝男

(54) 【発明の名称】 光ヘッドおよび光情報記録再生装置

(57) 【要約】

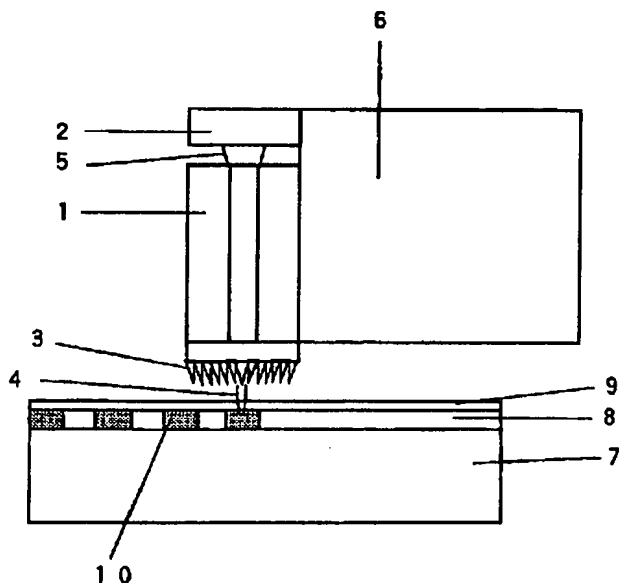
【目的】 超高密度でかつ小型の光情報記録再生装置を提供する。

【構成】 半導体レーザ (1)、光検出器 (2)、エバネセント光発生用プローブ (3) が、浮上スライダ

(6) 上に搭載されている。プローブにより発生させられたエバネセント光 (4) により、情報を媒体 (8) に記録する。情報再生時には、半導体レーザの電流値をしきい値でバイアスし、S/Nを向上する。

【効果】 記録密度10から100ギガビット/平方インチの小型かつ簡素な光情報記録再生装置を構成できる。

図 1



1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】半導体レーザと、半導体レーザの一方向のミラーから出射するレーザ光を検出する検出器とからなる光ヘッドにおいて、上記ミラーと反対側端面に、エバネセント光を発生させる手段が設置されていることを特徴とする光ヘッド。

【請求項 2】前記エバネセント光を発生させる手段が、円錐形状の誘電体プローブを有していることを特徴とする請求項 1 記載の光ヘッド。

【請求項 3】前記エバネセント光を発生させる手段が、前記半導体レーザ光の波長以下の周期を有する同心円状の等周期の回折格子を有していることを特徴とする請求項 1 記載の光ヘッド。

【請求項 4】前記回折格子が、回折格子の中心に向かう方向にブレース化されており、かつその中心においてブレース方向が反転しているものであることを特徴とする請求項 3 記載の光ヘッド。

【請求項 5】前記エバネセント光を発生させる手段が、光軸に垂直方向断面が楕円形状の錐形状の誘電体プローブであることを特徴とする請求項 1 記載の光ヘッド。

【請求項 6】前記エバネセント光を発生させる手段が、前記半導体レーザ光の波長以下の周期を有する 1 次元方向の等周期の回折格子であって、その中心線において位相が 180 度反転している回折格子を有していることを特徴とする請求項 1 記載の光ヘッド。

【請求項 7】前記回折格子がブレース化されており、かつその中心線においてブレース方向が反転しているものであることを特徴とする請求項 6 記載の光ヘッド。

【請求項 8】半導体レーザ、該半導体レーザの第 1 の端面から出射するレーザ光を検出する検出器、及び上記半導体レーザの第 2 の端面から出射するレーザ光からエバネセント光を発生させる手段とを有する光ヘッドを、光情報記録媒体近傍に設置して、上記エバネセント光ビームにより記録または再生を行う光情報記録再生装置。

【請求項 9】前記光情報記録媒体に照射する半導体レーザの電流オン時の注入電流をしきい電流値より十分大きく設定し、かつ半導体レーザ注入電流をオン・オフすることによって光情報媒体に情報を記録することを特徴とする請求項 8 記載の光情報記録再生装置。

【請求項 10】前記光情報記録媒体に照射する半導体レーザの注入電流をしきい電流値もしくはその近傍に設定し、光照射された光情報記録媒体の情報の有無によって生じる半導体レーザの発振状態の変化を、前記検出器によって検出することを特徴とする請求項 8 記載の光情報記録再生装置。

【請求項 11】前記半導体レーザの縦モードをマルチモード化する構造、あるいは手段を備えていることを特徴とする請求項 8 記載の光情報記録再生装置。

【請求項 12】前記半導体レーザ、前記検出器、および誘電体光プローブないし回折格子が浮上スライダ上に搭

2

載されていることを特徴とする請求項 8 乃至 11 のうちのいずれかに記載の光情報記録再生装置。

【請求項 13】前記光情報記録媒体の一部分にトラッキングを行うためのウォブルビットが形成されていることを特徴とする請求項 12 記載の光情報記録再生装置。

【請求項 14】前記ウォブルビットからの光強度を検出し、該検出信号を用いてサンプルトラッキングを行うことを特徴とする請求項 13 記載の光情報記録再生装置。

【請求項 15】前記光記録媒体に照射される光ビームの寸法が、該光記録情報媒体の周方向と周方向と垂直な方向で異なることを特徴とする請求項 14 記載の光情報記録再生装置。

【請求項 16】前記光記録媒体に照射される光ビームの該光記録情報媒体の周方向の寸法 a と周方向と垂直な方向の寸法 b の比 a/b が 5 以上であることを特徴とする請求項 15 記載の光情報記録再生装置。

【請求項 17】前記エバネセント光を発生させる手段が、円錐形状の誘電体プローブを有していることを特徴とする請求項 8 記載の光情報記録再生装置。

【請求項 18】前記エバネセント光を発生させる手段が、前記半導体レーザ光の波長以下の周期を有する同心円状の等周期の回折格子を有していることを特徴とする請求項 8 記載の光情報記録再生装置。

【請求項 19】前記回折格子が、回折格子の中心に向かう方向にブレース化されており、かつその中心においてブレース方向が反転しているものであることを特徴とする請求項 18 記載の光情報記録再生装置。

【請求項 20】前記エバネセント光を発生させる手段が、光軸に垂直方向断面が楕円形状の錐形状の誘電体プローブであることを特徴とする請求項 8 記載の光情報記録再生装置。

【請求項 21】前記エバネセント光を発生させる手段が、前記半導体レーザ光の波長以下の周期を有する 1 次元方向の等周期の回折格子であって、その中心線において位相が 180 度反転している回折格子を有していることを特徴とする請求項 8 記載の光情報記録再生装置。

【請求項 22】前記回折格子がブレース化されており、かつその中心線においてブレース方向が反転しているものであることを特徴とする請求項 21 記載の光情報記録再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、光ディスク装置、及びそれを用いた光情報処理装置にかかわる。

【0002】

【従来の技術】光ディスク装置は、これまで大容量の可換媒体として注目されてきた。しかし、最近の磁気ディスク装置の急速な大容量化の進展により、記録密度は 1 ギガビット／平方インチと、ほぼ同等となり、また、その大容量化の進展速度の差から、ここ数年で、記録密度

3

の点で磁気ディスク装置に追い抜かれるのは確実な状況となっている。

【0003】従来、光ディスク装置の高密度化は、使用する半導体レーザ光の短波長化、微小な情報記録マークを形成する技術、および光スポット径より小さい情報記録マークを精度よく再生する技術の3つの方向から推進されてきた。第1のアプローチについては、最近II-VI族の半導体による緑色レーザの室温連続発振、ガリウム・窒素系のIII-V族半導体による青色発光ダイオードの製品化など画期的な進歩があり、第2、第3のアプローチも着実な進歩を遂げているが、これらを総合してもやっと1けたの記録密度向上がはかれる程度であると推定されている。この根本的な原因は、光の回折現象により、光を光の波長より小さくすることができないためである。

【0004】この限界を打ち破り、記録密度を現状より2桁向上する方法として、近接場（エバネセント場）を利用した光記録再生方法が注目されている。例えば、アプライド・フィジクス・レターズ、61巻、2号の142頁から144頁（Applied Physics Letters, Vol. 62, No. 2, pp. 142-144, 1992）に記載されているように、光ファイバの先端をコーン状に加工し、その先端の数10nmの領域以外を金属の被膜で覆ったプローブを作製し、これをピエゾ素子を用いた精密アクチュエータに搭載して位置を制御して、直径60nmの記録マークをプラチナ／コバルトの多層膜上に記録再生した例が報告されている（図5）。この例の場合、記録密度は45ギガビット／平方インチに達し、現状の約50倍とすることができる。更に最近、アプライド・フィジクス・レターズ、63巻、26号の3550頁から3552頁（Applied Physics Letters, Vol. 63, No. 26, pp. 3550-3552, 1993）には、上記光ファイバとしてネオジウムがドープされているものを用い、レーザ発振を利用してS/N比を向上した例が報告されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記従来例には以下のような課題がある。

【0006】まず第一に、信号レベルが小さいことがあげられる。上記第2の従来例では、金の薄膜を成膜したガラス基板上にプローブを接近させ、10nm程度基板表面と垂直方向にプローブを移動させることで、約30%の強度変調シグナルを検出しているが、検出パワーは、入射光45mWに対し0.3mWと小さい。

【0007】第2に、ファイバレーザの緩和周波数が92KHzと極めて小さく、高速な情報転送が困難であることがあげられる。

【0008】第3に、基板とプローブの距離をスキャニング・フォース顕微鏡を用いて、極めて精密に制御する

4

必要があるため、例えば光情報を記録したディスクを高速に回転した場合、ディスクの偏心によって生じる高い周波数の基板とプローブの距離の変動を制御しきれないという問題がある。

【0009】第4に、上記従来例では情報を記録する際の光強度の変調を、音響光学効果を用いた偏向器で行うため、数10MHz以上の変調が困難であるという問題がある。

【0010】第5に、上記従来例では光ビームを記録トラックに追従させるトラッキングサーボの方法がなく、実用的な光情報記録再生装置が構成できないという問題がある。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記の各課題を解決するために以下の手段を採用した。

【0012】まず、レーザ共振器としゲインの高い半導体レーザを採用し、半導体レーザと、半導体レーザの一方のミラーから出射するレーザ光を検出する検出器とからなる光ヘッドに、上記ミラーと反対側端面に、エバネセント光を発生させる手段が設置する。また、上記光ヘッドにおいて、エバネセント光を発生させる手段として、円錐形状の誘電体プローブを採用する。あるいは、上記光ヘッドにおいて、エバネセント光を発生させる手段として、前記半導体レーザ光の波長以下の周期を有する同心円状の等周期の回折格子を採用する。さらに回折格子が、回折格子の中心に向かう方向にブレース化されており、かつその中心においてブレース方向が反転しているものとする。あるいはまた上記光ヘッドにおいて、エバネセント光を発生させる手段として、光軸に垂直方向断面が楕円形状の錐形状の誘電体プローブを採用する。あるいは上記光ヘッドにおいて、エバネセント光を発生させる手段として、前記半導体レーザないし固体レーザ光の波長以下の周期を有する1次元方向の等周期の回折格子であって、その中心線において位相が180度反転している回折格子を採用する。さらにまた回折格子がブレース化されており、かつその中心線においてブレース方向が反転しているものとする。

【0013】さらに上記光ヘッドと光情報記録媒体からなる光情報記録再生装置を構成する。さらに上記光情報記録再生装置において、光情報記録媒体に照射する半導体レーザの電流オン時の注入電流をしきい電流値より十分大きく設定し、かつ半導体レーザ注入電流をオン・オフすることによって光情報媒体に情報を記録する。さらにまた、光情報記録媒体に照射する半導体レーザの注入電流をしきい電流値もしくはその近傍に設定し、光照射された光情報記録媒体の情報の有無によって生じる半導体レーザの発振状態の変化を、前記光検出器によって検出する。さらにまた半導体レーザの縦モードをマルチモード化する構造、あるいは手段を備え、ノイズを低減する。

5

【0014】さらにまた、上記光情報記録再生装置において、上記半導体レーザ、光検出器、および誘電体光プローブないし回折格子を浮上スライダ上に搭載し、エア浮上させることにより、高速のディスク回転に追従できる装置とする。

【0015】さらに、上記光情報記録再生装置において、光情報記録媒体の一部分にトラッキングを行うためのウォブルピットを設けるとともに、上記ウォブルピットからの光強度を検出し、該検出信号を用いてサンプルトラッキングを行って、トラッキングサーボ制御を行う。さらにまた、上記光情報記録再生装置において、上記光記録媒体に照射される光ビームの寸法が、該光記録情報媒体の周方向と周方向と垂直な方向で異なるようにし、さらに前記光ビームの該光記録情報媒体の周方向の寸法 a と周方向と垂直な方向の寸法 b の比 a/b が 5 以上として、周方向と垂直な方向には記録密度を大きく詰めず、かつ周方向に大きく詰める方式として、サーボを容易にする。さらにまた、上記光ビームを上記断面が楕円形状の誘電体光プローブないし 1 次元的な回折格子で形成する。

【0016】

【作用】上記の各手段は各課題に対し以下のように作用する。

【0017】まず、レーザ共振器としゲインの高い半導体レーザを採用し、半導体レーザと、半導体レーザの一方のミラーから出射するレーザ光を検出する検出器とからなる光ヘッドに、上記ミラーと反対側端面に、エバネセント光を発生させる手段が設置することにより、該エバネセント光と光情報記録媒体の相互作用の変化によって生じた僅かの変化を増幅し、大きな光出力変化として取りだすことができる。また、上記光ヘッドにおいて、エバネセント光を発生させる手段として、円錐形状の誘電体プローブ、あるいは、上前記半導体レーザ光の波長以下の周期を有する同心円状の等周期の回折格子、特に回折格子の中心に向かう方向にブレース化されており、かつその中心においてブレース方向が反転しているものを採用することにより、エバネセント光と光情報記録媒体との相互作用を増大させ、検出信号を増加せしめる。あるいはまた上記光ヘッドにおいて、エバネセント光を発生させる手段として、光軸に垂直方向断面が楕円形状の錐形状の誘電体プローブあるいは、前記半導体レーザないし固体レーザ光の波長以下の周期を有する 1 次元方向の等周期の回折格子であって、その中心線において位相が 180 度反転している回折格子、特に回折格子がブレース化されており、かつその中心線においてブレース方向が反転しているものを採用することにより、ビーム径の縦横比が異なるエバネセント光を発生せしめる。

【0018】さらに上記光ヘッドと光情報記録媒体からなる光情報記録再生装置を構成し、さらに上記光情報記

6

録再生装置において、光情報記録媒体に照射する半導体レーザの電流オン時の注入電流をしきい電流値より十分大きく設定し、かつ半導体レーザ注入電流をオン・オフすることによって光情報媒体に情報を記録することにより、高周波数の記録を可能とし、記録速度をも大幅に増加させしめる。また、光情報記録媒体に照射する半導体レーザの注入電流をしきい電流値もしくはその近傍に設定し、光照射された光情報記録媒体の情報の有無によって生じる半導体レーザの発振状態の変化を、前記光検出器によって検出する方式を採用することにより、検出信号の振幅を大幅に増加せしめる。さらにまた半導体レーザの縦モードをマルチモード化する構造、あるいは手段を備えることにより、ノイズを低減する。

【0019】さらにまた、上記光情報記録再生装置において、上記半導体レーザ、光検出器、および誘電体光プローブないし回折格子を浮上スライダ上に搭載し、エア浮上させることにより、高速のディスク回転に追従できるようにし、現在の磁気ディスク装置上に搭載できるようにして、装置化を容易にする。

【0020】さらに、上記光情報記録再生装置において、光情報記録媒体の一部分にトラッキングを行うためのウォブルピットを設けるとともに、上記ウォブルピットからの光強度を検出し、該検出信号を用いてサンプルトラッキングを行って、トラッキングサーボ制御を行うことを可能として、現在の磁気ディスク装置上に搭載できるようにし、装置化を容易にする。。さらにまた、上記光記録媒体に照射される光ビームの寸法が、該光記録情報媒体の周方向と周方向と垂直な方向で異なるようにし、さらに前記光ビームの該光記録情報媒体の周方向の寸法 a と周方向と垂直な方向の寸法 b の比 a/b が 5 以上として、周方向と垂直な方向には記録密度を大きく詰めず、かつ周方向に大きく詰める方式とすることで、上記のサンプルトラッキング用のプリビットの形成を容易とするとともに、サーボ動作の精度を緩和し、実用化を容易にする。さらにまた、上記光ビームを上記断面が楕円形状の誘電体光プローブないし 1 次元的な回折格子で形成することにより、上記のサーボで使用するにふさわしい非対称形状の光ビームを容易に形成できる。

【0021】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面を用いて説明する。

【0022】図 1 は本発明の一実施例である。波長 830 nm の半導体レーザで発生させられた光は、レーザ後方に設置された光検出器 2 でその出力をモニタされる。一方半導体レーザの他方の端面には、格子の断面形状がブレース形状をしたフレネルレンズ 3 をはりつける。接着に用いる接着剤、およびフレネルレンズを形成する材料の波長 830 nm における屈折率は、半導体レーザ 1 とフレネルレンズ 3 の間における反射を防止する必要がある。フレネルレンズの周期を、レーザ光波長 830 nm

m以下とするとエバネセント光4を発生することができる。発生されたエバネセント光は、基板7上に形成された相変化記録媒体8と相互作用し、光記録ドメイン10を形成する。また情報再生時には、半導体レーザの注入電流を略しきい値まで落とし、記録情報の再生を行う。上記の光記録により、媒体の反射率が変化しているの
 で、記録媒体とエバネセント光の相互作用の大きさが変化し、その結果、レーザ共振器の反射率が変化する。この僅かな変化がレーザ共振器により大きく増幅され、共振器からのレーザ光5のパワーが大きく変調される。この信号光5は、光検出器2に導かれて検出される。さらに、半導体レーザ1、光検出器2、およびフレネルレンズ3を、浮上スライダ6上に搭載して、光情報記録媒体とプローブの距離を一定距離に保つ。

【0023】発生させられるエバネセント光のスポットの強度分布は数1で表される。

【0024】

【数1】

$$I(r) = J_0(2\pi r/\Lambda)$$

$I(r)$: 中心から距離 r の点における光強度

J_0 : 0次ベッセル関数

.....数1

r : 中心からの距離

Λ : 回折格子の周期

【0025】このゼロ次ベッセル関数のメインローブの半値全幅を与える半径 r は、 $r \approx 0.2\Lambda$ で与えられるから、回折格子の周期を小さくすればするほど分解能が上がる。例えば周期 $0.5\mu\text{m}$ の回折格子を形成すれば、その分解能は、直径 $0.1\mu\text{m}$ となり、記録密度として20ギガビット/平方インチ以上が可能となる。

【0026】さらに、本実施例によれば大幅な光ヘッドの小型化が可能である。従来は、図8のように、プローブとして光ファイバを用いていたため、装置がきわめて大規模であった。しかし本発明では、小型の半導体レーザ1、光検出器2、およびフレネルレンズ3が、浮上スライダ6上に搭載されており、その大きさは現状の磁気ディスクと変わらない、きわめて小さいものとする
 が可能である。

【0027】次に、エバネセント光発生に用いるプローブについて説明する。

【0028】図2は、本発明の第1の実施例で用いたフレネルレンズ型のプローブである。前記プローブは、基板21上に形成された等周期のブレース型回折格子で構成されている。入射した光23は、ブレース型回折格子によって回折されプローブ中心へ集められる。回折格子の周期 Λ が波長以下の場合、回折した光はプローブの外に進行することができず、大部分は反射光25となるが、一部は0次のベッセル関数型のエバネセント光4となり、プローブの外へしみだす。プローブの十分近くに光情報記録媒体が存在すると、前記局在化したエバネセント光と光情報記録媒体が相互作用をおこし、実効的に

反射率が変動する。

【0029】図3は、上記第1実施例とは別の第2のエバネセント光発生用のプローブである。33は光ファイバ、31は化学エッチングなどで作製された円錐形のガラスプローブ、32は金属のコーティング膜で、31の先端部分のみ、ガラスプローブが露出している。プローブ31の先端角 θ を小さくし、入射光34をプローブの円錐面で全反射させながら、プローブ先端へ導く。大部分の光は、金属膜32に吸収されるが、一部分が先端の開口部からエバネセント波としてしみだし、光情報記録媒体と相互作用する。本プローブの分解能は、開口部の直径 a 程度である。現在 50nm 程度の直径の開口が作製可能であり、その場合の記録密度は、100から150ギガビット/平方インチと極めて大容量とすることができる。

【0030】図4は、1次元方向にのみ局在化したエバネセント波を発生させる回折格子型プローブである。前記プローブは、基板21上に形成された等周期のブレース型回折格子41で構成されている。ただし、格子形状は同心円状ではなく、直線である。半導体レーザ1内では、光はほぼ活性層43に閉じ込められて伝搬している。前記導波光23は、ブレース型回折格子によって回折され24のようにプローブ中心へ集められる。このとき、回折格子の周期 Λ が波長以下の場合、回折した光はプローブの外に進行することができず、大部分は反射光25となるが、一部は0次のベッセル関数型のエバネセント光42となり、プローブの外へしみだす。しかし、図2の場合と異なり、回折格子が1次元であるため、回折格子の格子ベクトル方向のみエバネセント光として局在化し、格子ベクトルと垂直な方向のビームサイズはほぼ活性層43中を伝搬する光ビームと同一となる。例えば半導体レーザ1の活性層43の厚さを $0.1\mu\text{m}$ とした場合、活性層の厚さ方向の光ビームサイズは、活性層とクラッド層の屈折率差にもよるが、ほぼ $b=0.5\mu\text{m}$ 程度となり、周期 $\Lambda=0.5\mu\text{m}$ の回折格子で、幅 $a=0.1\mu\text{m}$ のエバネセント光を形成すれば、縦横比 $a/b=5$ のビームが形成できる。このような光ビームを用いれば、例えば後述のように、トラックピッチはそれほどつまっておらず、かつディスク周方向には、大幅に密度が向上した光情報記録再生装置が構成できる。

【0031】図5は、1次元方向にのみ局在化したエバネセント波を発生させる誘電体プローブの例である。本例では、光ファイバ33の先端が楕円形の断面形状を有するプローブ51に加工する。その長軸 a 、短軸 b の比 a/b を5とすることにより、上記の回折格子と同様のビームを形成することができる。

【0032】次に、本光情報記録再生装置の記録再生の原理について説明する。

【0033】図6は、本光ヘッドにおける半導体レーザの駆動状態を説明した図である。まず記録時には、注入

電流をしきい値電流より十分大きくバイアスし、光記録に必要なレーザパワーとする。実際に必要な光パワーは、プローブによって発生させられるエバネセントビームの面積Aおよびプローブと媒体の距離dによって、大きく変動する。これを具体例で示す。

【0034】一般的なファブリ・ペロー型の半導体レーザにおける光パワーPと注入電流Iの関係は、数2で表わせる。

【0035】

【数2】

$$P = \frac{h\nu}{e} \cdot \eta \cdot (I - I_{th})$$

P : 出力光パワー

h : プランク定数

ν : 光の振動数

e : 電気素量

η : スロープ効率

I : 注入電流

I_{th} : しきい値電流

.....数2

10

$$\eta = \frac{1}{\alpha_i L + \frac{1}{2} \frac{R_1}{R_2} \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)}$$

.....数3

α_i : レーザにおける光吸収係数

L : レーザの長さ

R₁ : 光検出器側の反射率

R₂ : エバネセント光プローブ側の反射率

【0038】一方、しきい電流値I_{th}は数4で表わせる。

【0039】

【数4】

$$I_{th} = I_0 + \frac{J_0 d}{\eta_{spn}} A + \frac{d A}{\eta_{spn} \beta \Gamma} \left(\alpha_i + \frac{1}{2 L} \frac{R_1}{R_2} \right)$$

.....数4

I₀ : 漏れ電流

J₀ : 利得係数をg = β(J_{nom} - J₀)と近似したときの
g = 0となるJ_{nom}の値

J_{nom} : 規格化電流密度

β : 上記gとJ_{nom}の関係を与える係数

d : 活性層厚

A : ストライプ面積

η_{spn} : 自然放出の内部量子効率

Γ : 光のレーザへの閉じこめ係数

【0040】本実施例で、L = 300 μm、αはGaAsを想定して10 (/cm)、R₁ = 0.1とする。前記公知例によれば、図2ないし図3のプローブで、直径100 nmのエバネセント光を発生させる場合、d = 50 nmとした場合の実効的なプローブ反射率R₂は0.01であり、このとき、η = 0.267 (W/A)となる。また、ストライプ幅W = 5 μm、d = 0.1 μmとし、GaAsを想定しているのでβ = 23、J₀ = 4とし、Γ = 0.5とすると、I₀ = 10 mA程度の漏れ電流を考慮して、I_{th} = 32.3 (mA)となる。

【0041】上記プローブからのエバネセント光4の出力光パワーは、検出器側の光出力に対し、ほぼ反射率比

【0036】ここで、光検出器側の出力光のスロープ効率ηは数3で表わせる。

【0037】

【数3】

分小さいので、そのスロープ効率η = 0.0267 (W/A)程度と推定できる。光情報記録媒体として相変化媒体を想定した場合、現状の記録速度50 Mbpsの条件では、記録パワー20 mWが必要である。本実施例では、波長780 nm、対物レンズのNA0.55の現行装置の記録光スポット面積1.5平方μmに対し、スポットサイズが0.008平方μmと約1/188であるから、記録パワーとして、約0.1 mWが必要となり、注入電流をしきい値電流より、約4 mA大きなところへ設定すればよい。また、記録に必要な50 Mbps以上の高速変調は、半導体レーザの強度の直接変調で実現できる。したがって、公知例のような音響光学素子を

用いた変調器は不要となるだけでなく、将来の記録速度の向上にも 1 G b p s 程度までは十分対応が可能となる。

【0042】一方上記プローブを用いた光ヘッドを用いれば、再生にはさらに大きなメリットがある。再生時には、半導体レーザの注入電流はしきい値電流 I_{th} にバイアスする。すでに述べたように、本光ヘッドでは、図 7 (b) に示すように、半導体レーザ 1 の光検出器 2 側のミラーと、光情報記録媒体の記録層 8 の間で共振器 7 2 が構成されている。情報ビット 10 の有無により、媒体の屈折率が変化する。その変化量は約 50 % であり、ビットの有無により、実効的な反射率は $R_2 = 0.01$ から 0.005 に変化する。このときしきい値電流は、上記例の場合、 $I_{th} = 32.3$ から 33.8 に 1.5 mA 増える。そこで、上記バイアス電流を 33.8 mA に設定した場合、ビットがある場合の光出力は 0.4 mW となり、十分検出可能な値となる。実際は、自然放光のためしきい値電流においても光出力はゼロでないため、変調度は 100 % とはならないが、公知例の 30 % に比べると大きな変調度が期待できる。また、半導体レーザのキャリアの緩和周波数は、 ns オーダであるから、その応答周波数は 1 GHz 程度までは十分可能であり、公知例では不可能であった、高速再生、高速転送が可能となる。

【0043】次に、本発明における位置決め、サーボ技術について説明する。公知例における光記録、再生は、単に数 10 nm 離れた点に次々に情報ビットを記録、再生したもので、従来の光情報記録再生装置のように、円板の任意の位置に、記録トラックにそって情報を記録、再生したものではない。そこで、本発明では以下のようにしてトラッキングを行う。まず、図 8 に示すように、図 4、ないし図 5 のプローブを用いてトラック方向（すなわち円板の周方向）にはエバネセント光、それと垂直な方向には、若干幅の広がった光ビーム 42 を形成する。このビームの径の比は 5 : 1 以上であることが望ましい。ディスク 83 には、プリビット 81 があらかじめ形成されているサーボ領域 84 と、データ領域 85 がある。プリビット 81 はトラック中心から、その中心が左右に一定距離ずれたところに配置された、ウォブルビットである。この上を光ビームが走査された場合、もし光 4 がトラック中心からずれていた場合、連続した 2 つのプリビットからの信号にアンバランスが生じ、これらの信号の差をとってトラッキング誤差信号とする。その場合、前述のような光ビーム 42、例えばトラック方向のビーム径 $a = 0.1 \mu m$ 、それと垂直方向のビーム径 $b = 0.5 \mu m$ のものを用いれば、例えばトラックピッチ $0.5 \mu m$ とすることができ、これによりウォブルビットのビット径を $0.3 \mu m$ 程度とすることが可能となる。直径 $0.3 \mu m$ のプリビットであれば、現状も光ディスク原盤の作製技術で十分作製可能であり、特別の技

術を用いずに大量のレプリカ円板を容易に作製することができる。このときの記録密度としては約 10 ギガビット/平方インチが可能である。光ビームの短径 a の値は、周期の小さな回折格子プローブや、開口の小さい誘電体プローブを使用すれば、さらに小さくできるので、さらに数倍以上に記録密度向上も可能となる。本発明では、上記トラッキング誤差信号を用いてサンプル・トラッキングにより、トラック上への光ビームの位置決めを行う。また、通常の光情報記録再生装置とは異なり、円板とプローブの距離は空気浮上で制御するため、いわゆるフォーカシング・サーボ動作は不要である。以上のように、本発明では位置決め方式が、極めて簡単となっており、超高密度の光情報記録再生装置に特有の、複雑な位置決め、サーボを行う必要がないという特徴を持つ。

【0044】最後に、本発明装置におけるノイズについて説明する。本発明においては、情報の再生時に半導体レーザを略しきい値電流で駆動する。半導体レーザのノイズは、半導体レーザを略しきい値電流で駆動する場合に著しく増加する。半導体レーザを略しきい値電流で駆動し、かつノイズの増加を抑圧するため、本発明装置では再生時は縦モードをマルチモードとして駆動することが望ましい。具体的には、しきい値電流付近で 100 から 600 MHz 程度の高周波で、電流値を変調する。これにより半導体レーザの縦モードをマルチ化し、再生時におけるノイズを大幅に低減することができる。

【0045】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、10 ギガビット/平方インチ以上の記録密度を持つ超高密度の光情報記録再生装置を、実用に十分な S/N で、簡便な位置決め方式で、かつ小型に構成することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施例を示す断面図である。

【図 2】本発明で用いるエバネセント光発生用のプローブの一例を示す断面図及び平面図である。

【図 3】本発明で用いるエバネセント光発生用のプローブの他の一例を示す断面図である。

【図 4】ビーム径の縦横比が異なるエバネセント光発生用のプローブの一例を示す断面図及び斜視図である。

【図 5】ビーム径の縦横比が異なるエバネセント光発生用のプローブの他の一例を示す断面図である。

【図 6】本発明の、記録再生時における半導体レーザの駆動状態を説明するグラフ図である。

【図 7】本発明の、光情報の記録、再生の原理を説明する説明図である。

【図 8】本発明におけるトラッキング方式を説明する平面図である。

【符号の説明】

1…半導体レーザ、2…光検出器、3…エバネセント光発生用のプローブ、4…エバネセント光、5…レーザ光、6…浮上スライダ、7…基板、8…光情報記録膜、

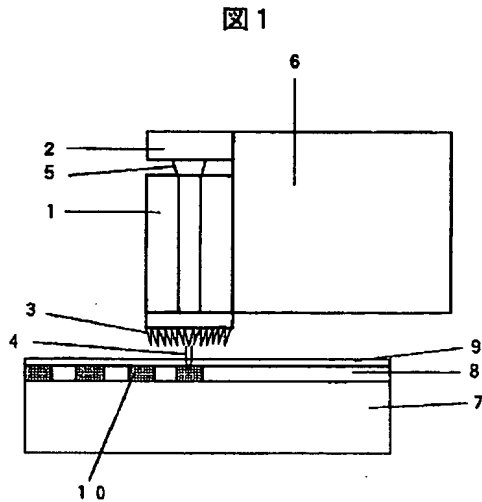
13

9…保護膜、10…記録された情報、21…基板、22…ブレード回折格子、23…入射光、24…回折光、25…反射光、31…誘電体プローブ、32…金属膜、33…光ファイバ、34…入射光、41…ブレード回折格子、42…エバネセント光、43…活性層、51…

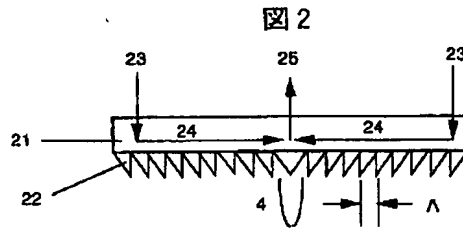
14

誘電体プローブ、71…円板回転方向、72…共振器、81…プリビット、82…トラッキング中心、83…光ディスク、84…サンプルサーボ用情報記録領域、85…情報記録領域。

【図1】



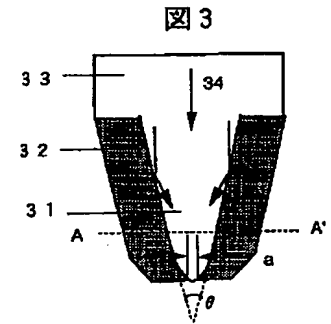
【図2】



(a) 断面図

(b) 平面図

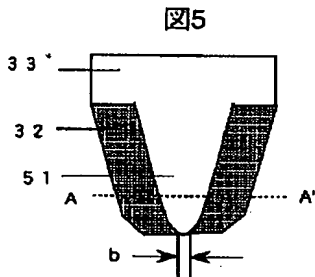
【図3】



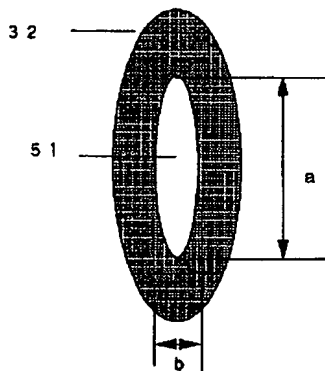
(a) 垂直断面図

(b) A-A'における断面図

【図5】

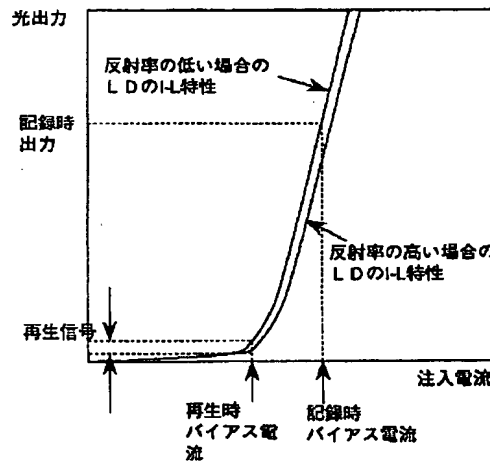


(a) 垂直断面図

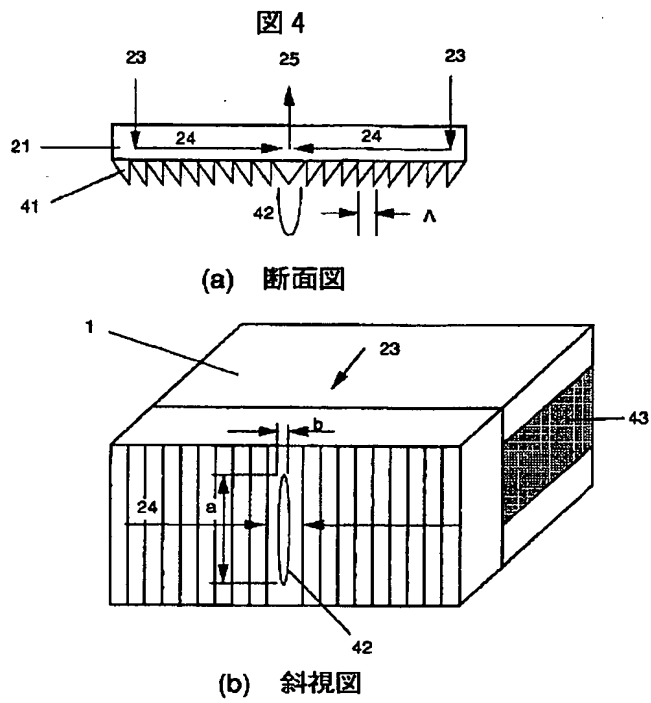


【図6】

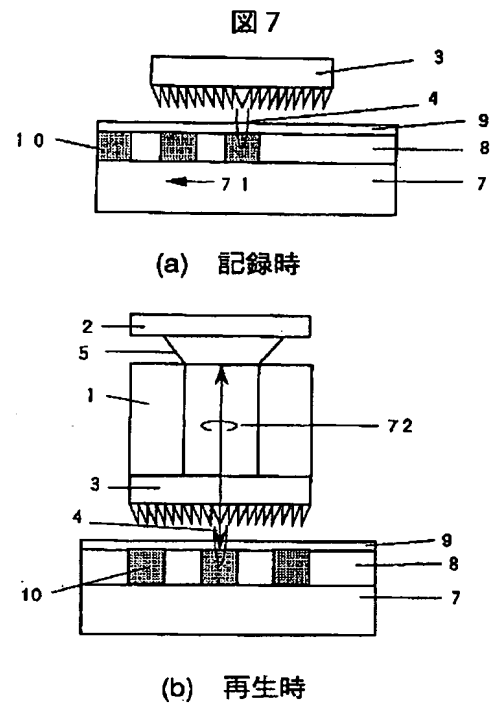
図6



【図4】



【図7】



【図8】

